

Aus der Orthopädischen Universitätsklinik und Poliklinik in Marburg
Direktor: Prof. Dr. med. G. Exner

THESIS

MARBURG

1968

Form und Stellung des Calcaneus in Abhängigkeit von Form und Funktion des Fußes

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Medizin der Hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps - Universität zu Marburg

vorgelegt von

Christoph Sollmann

aus Breslau

Marburg 1968

Form und Stellung des Calcaneus in Abhängigkeit von Form und Funktion des Fußes

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Medizin der Hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps - Universität zu Marburg

vorgelegt von

Christoph Sollmann

aus Breslau

Marburg 1968

Angenommen von der Medizinischen Fakultät der
Universität Marburg/Lahn am 6. 2. 1968
gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

Dekan:	Prof. Dr. med. R. Siegert
Referent:	Prof. Dr. med. G. Exner
Correferent:	Prof. Dr. med. J. Rohen

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
Begründung und Problemstellung der eigenen Arbeit	2
Auffassungen über die Fußstatik und Mechanik in der geschichtlichen Entwicklung	4
Eigene Methode	8
Statistische Befundauswertung	17
Kasuistik in Tabellen	19
Diskussion	35
Zusammenfassung	39
Literaturverzeichnis	42



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153305_0031

FORM UND STELLUNG DES CALCANEUS IN ABHÄNGIG-

KEIT VON FORM UND FUNKTION DES FUSSES .

Anhand von 227 Füßen, die klinisch und röntgenologisch untersucht wurden, soll nachgeprüft werden, ob eine Abhängigkeit der Calcaneus-Form von der Fußform und Funktion besteht.

Einleitung:

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts begann mit den Arbeiten von W. Roux (1,2,3) die Diskussion über die gestaltende Kraft der Funktion. Vor allem J. Wolff führte diese Gedanken in seiner " Lehre von der funktionellen Knochengestalt " weiter und prägte den Begriff der " Transformationskraft ". Nachdem der Ingenieur Culman die statischen Belastungslinien eines Oberschenkelknochens berechnet und auch gezeichnet hatte und seine Ergebnisse mit den Spongiosazügen der anatomischen Präparate übereinstimmten, erklärte J. Wolff: " Die Knochenform ist das mathematische Gesamtbild der angreifenden Funktionen ".

Obwohl diese Theorie von E. Albert (1), Solger, Hanausek u.a. scharf bekämpft wurde, haben sich auch weiterhin Autoren wie W. Engels, W. Gebhardt, H. Reiner, H. Maaß, L. Lauenstein u.a. unter Beibehaltung der Grundkonzeption damit beschäftigt.

In den letzten Jahren wurden die Gedanken J. Wolffs erneut durch F. Pauwels (1,2) und K.H. Kneese aktuell, da die spannungsoptischen Versuche und die elektronenoptischen Untersuchungen eine Bestätigung dieser Theorien brachten.

In einem Syntheserversuch aus der einerseits rein mechanistisch-funktionellen und andererseits der rein genetisch ausgerichteten Betrachtungs-

weise legte K. Goerttler dar, dass zwar die Form und die feinere Struktur eines Organs zum großen Teil durch die Funktion geprägt werden, dass aber die erbliche Organanlage und deren Funktionstätigkeit die Voraussetzungen dazu ergeben.

Der obere Teil des Femur ist der heute statisch-anatomisch am besten erforschte Knochen. Obwohl sich auch mit dem Calcaneus schon Autoren wie W. Engels, H. Reiner, C. Lauenstein, W. Aberle, E. Albert (1), P. Haglunt (1,2), M. Böhm (1, 2,3), Böhler, W. Ehalt, H. Caspari, G. Bruno (1), W. Sacher, F.C. Dwyer, G. Hohmann u.a. beschäftigt haben, gibt es noch keine allgemein anerkannte funktionelle Deutung seiner Form und Struktur. Mit wenigen Ausnahmen (G. Bruno, W. Sacher, Gerassimova u. Kottscheff) sind die nicht immer reproduzierbaren Ergebnisse vieler Autoren durch meist zu geringe Anzahl von untersuchten Füßen bedingt (P. Pitzen).

Begründung und Problemstellung der eigenen Arbeit:

Bei der Durchsicht seitlicher Röntgen-Aufnahmen des Fusses fallen zum Teil sehr verschiedene Calcaneus-Formen auf, die in extremer Ausprägung einerseits schlank und grazil, andererseits kurz und plump erscheinen. Ausserdem treten recht unterschiedliche Apophysenformen auf, von denen manche den Eindruck erwecken, als seien sie "abgerutscht".

In der Literatur wurde schon gelegentlich die Meinung vertreten, dass der schlanke Calcaneus-Typ dem flachen bzw. dem Plattfuss, der plumpe dagegen dem hohen Spann bzw. dem Hohlfuss zuzuordnen sei (H. Reiner, W. Sacher).

Ausserdem sind ausgeprägte und immer wiederkehrende Formabweichungen bei Lähmungshacken- oder Klumpfüßen bekannt. So lässt sich wahr-

scheinlich die geringe Ausprägung des Tuber calcanei beim Lähmungshackenfuß (s. Abb. 1) mit dem fehlenden Zug des Muskulus triceps surae erklären. Auch beim Klumpfuß darf eine Störung des Muskelgleichgewichtes für die gegenüber der Norm veränderte Form des Calcaneus verantwortlich zu machen sein.

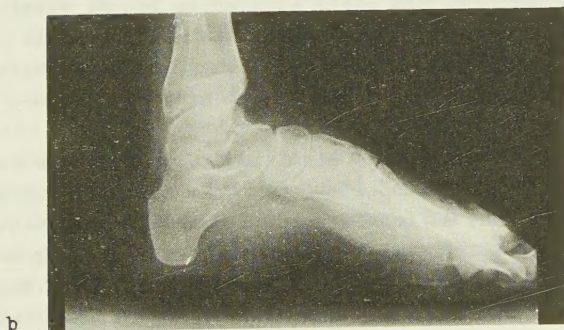
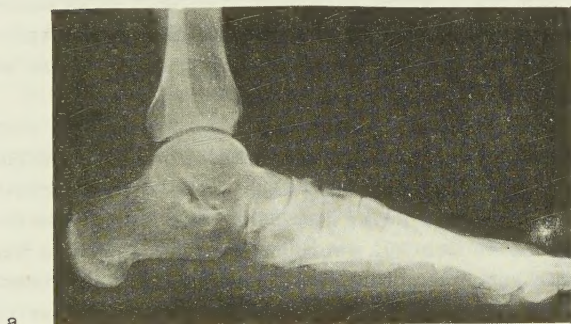


Abb. 1a/b: Oben deutlicher Plattfuß (a) mit etwas länglichem Calcaneus. Unten Calcaneusveränderungen (b) bei Lähmungshackenfuß.

Es erscheint daher sinnvoll, eine grössere Anzahl von Probanden mit "Normal-", "Hohl-" und "Senkfüssen" auf entsprechende Calcaneusveränderungen und eventuell vorhandene Beziehungen zu den einzelnen Fussformen zu untersuchen.

Auffassungen über die Fußstatik und Mechanik in der geschichtlichen Entwicklung.

Für die kommenden Untersuchungen ist es unbedingt nötig, sich um ein Verständnis der komplizierten Statik und Mechanik des ganzen Fusses zu bemühen.

Schon Petrus Campers erwähnte 1784, dass sich die Anatomen Vesalius und Albinus über einzelne Formen des Fersenbeines nicht ganz einig waren.

Hermann von Meyer (2) beschrieb in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts den Fuss als eine Gewölbekonstruktion mit tragendem dritten Strahl. R. Fick fasste den Fuss als ein verklammertes Längs- und Quergewölbe mit fünf tragenden Strahlen auf, Lorenz als ein Gewölbe mit einem tragenden äusseren und einem stützenden Bogen, wobei letzterer mit dem Talus auf dem hinteren Teil des Tragbogens, dem Calcaneus, ruht. W.Engels sprach von einer hinteren und einer vorderen Haupt- und lateralen Nebenstrebe.

In der Folgezeit sind diese Grundgedanken noch mehrfach abgewandelt worden (H. Matheis (1,2), P. Pitzen, A. Benninghoff, L. Hasselwander u.a.).

Der alte Streit um die Gewichtsverteilung an den vorderen Stützpunkten des Fusses (H. v.Meyer (1,2), Beely, L. Seitz, T.G. Morton, R. Fick, A. Benninghoff, u.a.) wurde erst von G. Staudinger 1933 durch exakte Messungen entschieden, wobei bei Normalfüssen im Stand die Hauptlast auf dem ersten Strahl, bis zum fünften hin abnehmend,

und auf dem Fersenbein ruht. Im Gehen und bei pathologischen Formen ändern sich diese Verhältnisse in typischer Weise, wie es auch schon von Ducroquet, R., J. et P. nach sehr eingehenden Untersuchungen beschrieben wurde.

Über die Fersenbelastung hat in neuerer Zeit H. Wetzenstein eine ausführliche Arbeit veröffentlicht. Danach beschreibt der "Maximalpunkt" (in einen Punkt zusammengefasstes Körpergewicht) von lateral hinten nach medial vorne eine S-förmige Kurve, aus deren Lage sich auf Valgus- oder Varusstellung des Calcaneus schliessen lässt.

Selbstverständlich ging mit den verschiedenen Ansichten über die Fusskonstruktionen auch eine unterschiedliche Auffassung über die Entstehung der Fussfehlformen, besonders aber des Knick- und des Plattfusses einher.

H. v. Meyer (1) leitete die Entstehung des erworbenen Plattfusses von einer Rotation des Talus und einem Abgleiten desselben nach medial ab. Dieser Vorgang wird gleichzeitig von einer Valgisierung des Calcaneus begleitet. Vorbedingung für diese Veränderungen sei ein Missverhältnis zwischen Belastung und Tragfähigkeit des Bänder- und Muskelapparates, also eine Bindegewebsschwäche, die relativ zu hoher Belastung ausgesetzt wird. Als zusätzliche Veränderung komme es zu einer mehr oder weniger starken Umlegung des Fussgewölbes nach medial. Obwohl von verschiedenen Autoren zum Teil völlig andere Theorien aufgestellt wurden, wie z.B. eine ursächliche Senkung des 5. Strahls (A. Lorenz, H. Matheis (1,2), W. Wisbrun), abnorme Rotation der einzelnen Längssysteme (A. Weinert), relative oder absolute Verkürzung des 1. Metatarsale (D. Morton), geht die Mehrzahl der heutigen Anschauungen auf die Grundidee H. v. Meyers zurück.

Die Entstehung des angeborenen Plattfusses erklärt M. Böhm (1,2,3) mit einer Entwicklungshemmung, wobei der Talus in Plantarflexion und Adduktion stehen bleibt.

Mit der Ätiologie der Hohlfüße haben sich besonders Duchenne, Scherb (1), K. Gaugele, P. Lewin, G. Hohmann u.a. beschäftigt. Sie nahmen Unterteilungen vor, die, mit Abweichungen, zwischen dem, unter Umständen noch physiologischen hohen Spann und dem neurotrophischen Ballenhohlfuss unterschieden. Während K. Gaugele den Lähmungshackenfuß noch zur letzten Gruppe zählte, möchte ihn G. Hohmann ganz davon getrennt wissen. Im Gegensatz zur meist vorhandenen Valgusstellung des Calcaneus beim Senk- bzw. Knicksenkfuß und einer entsprechenden Supination des Vorfußes, fanden sich eine durchschnittliche Varusstellung des Calcaneus bei Hohlfüßen mit mehr oder weniger ausgeprägter Pronationshaltung des Vorfußes.

Über den Begriff des "Normalfusses" gehen auch heute die Meinungen noch weit auseinander. J. Untereiner schreibt: " Der Normalfuß ist ein Knickfuß ", während W. Thomsen (4) der Meinung ist: " Nur der unverbildete, wohlgestaltete und zudem noch leistungsfähige, schmerzfreie Fuß kann als normal angesehen werden ". Den Knickfuß betrachtet er schon als eine pathologische Form.

Auch die meisten anderen Autoren (R. Fick, Baisch, Gerassimova u. Kottscheff, E. Güntz, G. W. Ritchie, A.W. Templeton u.a.) sind oder waren in diesem oder jenem Sinn an der Diskussion beteiligt.

Die Anatomie des Calcaneus ist in den Lehrbüchern der Anatomie bzw. den entsprechenden Handbüchern von R. Fick, H. Straßer, H. Brauss, A. Benninghoff u.a. eingehend beschrieben, so dass auf eine genauere Ausführung verzichtet werden kann.

Das länglich gebaute Fersenbein (Abb. 4) bildet den hinteren Teil des zweiarmigen Hebels, als welcher der Fuss aufgefasst werden kann. Zwischen der hinteren und den zwei oberen, vorderen Gelenkflächen, die in Verbindung mit dem Talus stehen, liegt der Sulcus calcanei. Der mediale Teil der oberen, vorderen Gelenkfläche wird durch das weit nach medial ausladende Sustentaculum tali gebildet. Die Vorderfläche des Processus anterior steht in gelenkiger Verbindung mit dem Cuboid. Die hintere Ausladung des Calcaneus, das Tuber, dient im hinteren, oberen Anteil als Ansatz der Achillessehne und läuft nach unten und vorn mit einem stärkeren medialen und einem schwächeren lateralen Processus posterior tuberis calcanei aus. Beide Processus dienen als Ursprung für die plantaren Muskeln. Die obere Fläche des Corpus calcanei läuft nach hinten in den vor der Achillessehne liegenden Processus posterior calcanei aus.

So gut die äussere Form des Calcaneus bekannt ist, so wenig existiert eine allgemein gültige Deutung der Spongiosastruktur, obwohl diese schon von mehreren Autoren (R. Fick, A. Albert (2), W. Engels, C. Lauenstein, H. Reiner, W. Aberle, P. Haglund, A. Benninghoff u.a.) beschrieben worden ist. Von den meisten Autoren wird ein von der hinteren Gelenkfläche mehr oder weniger radiär ausstrahlendes Bündel (Abb. 4c: 1,3,4) mit dazu circular angeordneten Spongiosazügen (Abb. 4c: 2) angegeben. In den weiteren Einzelheiten bestehen differierende Angaben.

Bisherige Röntgen- und Messtechniken.

Seit Anfang des 20. Jahrhunderts bis in die heutigen Tage wurden immer wieder Fussuntersuchungen unter jeweils konstanten Bedingungen

durchgeführt. Allerdings hatten die meisten Autoren ihr eigenes Schema, so dass es auch heute leider noch keine einheitlichen Standardkriterien gibt. Als wichtigste klinische Untersuchungsmethoden sollen hier kurz, ausser der Inspektion, Palpation und Prüfung der Funktion, die verschiedene Abnahme der Fussabdrücke (Lehm, Gips, Farbe), die Trittspurmessung nach Gräper-Thomsen und die Spiegeluntersuchungen nach Spitzzy, neuerdings vervollkommenet nach J. Untereiner aufgeführt werden.

Auch röntgenologisch sind verschiedene Möglichkeiten von W. Engels, Baisch, F. Schede, M. Böhm (3), Böhler, W. Ehalt, G. Staudinger, E. Güntz, L. Hasselwander, G.W. Ritchie, A.W. Templeton, R.J. et P. Ducroquet u.a. beschrieben worden. Besonders interessant sind die sogenannten "Funktionsaufnahmen", die in gleicher Stellung, belastet und unbelastet aufgenommen wurden (Baisch, W. Engels, F. Schede, W. Thomsen u.a.) und die Röntgen-Raumbilddarstellung nach Hasselwander.

Eigene Methode:

Die Probanden wurden aus dem poliklinischen Krankengut klinisch und röntgenologisch nach drei Kategorien "Normalfüsse" (N), "Hohlfüsse" (H) und "Senkfüsse" (S) ausgewählt.

Wie sich aus Literaturvergleichen (s.o.) ergibt, ist eine allgemein gültige Festlegung der einzelnen Fussnormen sehr schwer und die Definition eines Normalfusses fast unmöglich. Wir haben uns daher entschlossen, im Rahmen dieser Arbeit alle Füsse als "normal" zu bezeichnen, die keine einwandfrei pathologischen Veränderungen aufweisen, auch wenn Einzelwerte schon jenseits der aufgestellten Erfahrungswerte (s.u.) lagen. Unsere "Normalfüsse" dürfen also nicht im strengen Sinne Thomsens verstanden werden.

Als klinische Untersuchungsmethoden wurden die Inspektion, die Palpation und die Funktionsprüfung herangezogen.

Um röntgenologisch zu auswertbaren Ergebnissen zu kommen, wurde ein Kasten mit Rückenlehne gebaut (Abb. 2), wie er schon in ähnlicher Form von W. Engels verwendet wurde. Trotz der denkbar einfachen Ausführung gewährleistet dieses Gerät gleichbleibende Aufnahmebedingungen.

Die Aufnahmen wurden seitlich im Stehen, tibiofibular, aus einer konstanten Entfernung von 80 cm mittels einer Röntgen-Kugel mit Lichtvisier vorgenommen. Der Fuss steht in lateralem Kontakt

Abb. 2
Fussaufnahmegerät



mit der Röntgen-Platte, der Zentralstrahl zeigt horizontal und rechtwinklig zur Platte auf den Malleolus medialis.

Bei der Auswertung des Röntgen-Materials haben wir uns sehr stark an die von Güntz angegebene Methode gehalten. Insbesondere wurde dabei die Verbindungslinie von Tuberbasis zur unteren Ecke des Calcaneo-Cuboidal-Gelenkes, bzw. deren Verlängerung, als Grund- oder Bezugslinie des Calcaneus und als dessen Achse benutzt (s.Abb.3,4).

Im Einzelnen waren folgende Kriterien zur Beurteilung massgebend (s.Abb. 3):

A = Alter

a = modifizierter Ristwinkel nach Dennemann, Matthiass und Berndt. Der Winkel wird einerseits durch die verlängerte Calcaneus-Grundlinie, andererseits durch die verlängerte Metatarsal-I-Achse gebildet.

b = Calcaneus-Auftrittswinkel, gemessen zwischen der Auftrittsebene und der Calcaneus-Grundlinie.

c = Winkel zwischen Mitteltalarlinie = Talusachse und Metatarsal-I-Achse. Nach Ritchie und Templeton soll er bei Normalfüssen gleich 0 sein. Bei eingesunkenem Gewölbe haben wir ihn als negativ, bei hochgesprengtem Gewölbe als positiv bezeichnet.

d = scheinbarer Winkel der Mitteltalarlinie zur Auftrittsebene = Taluswinkel (s.u.).

CNQ = Quotient aus grösster Entfernung der unteren Cuboidalbegrenzung und dem oberen Navikularerand zum grössten Navikularedurchmesser (s.u.).

M = Richtung der Metatarsal-I-Achse (Schede), ausgedrückt in Zahlensymbolen 1-5:

- 1 schneidet die Tibia
- 2 liegt in oberer Talushälfte
- 3 liegt in Talusmitte
- 4 liegt in der unteren Talushälfte
- 5 schneidet die hintere Calcaneus-Gelenkfläche

AV = arthrotische Veränderungen

- 1 im Talo-Navikular-Gelenk
- 2 im Navikulare-Cuneiforme-Gelenk
- 3 im Cuneiforme-Metatarsal-Gelenk

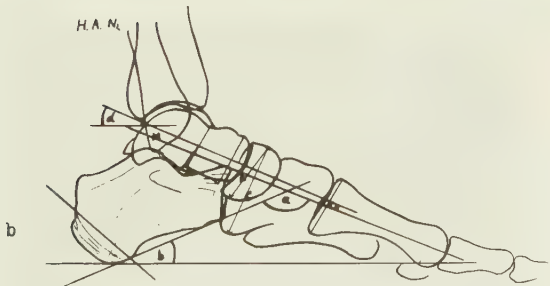
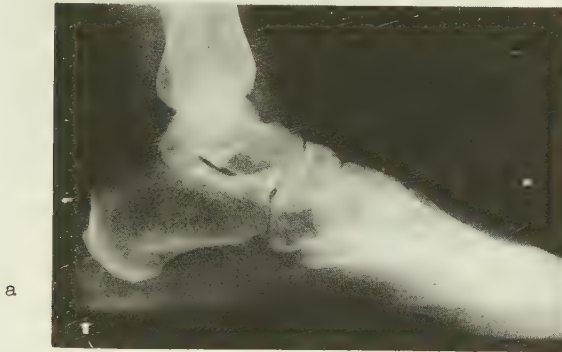
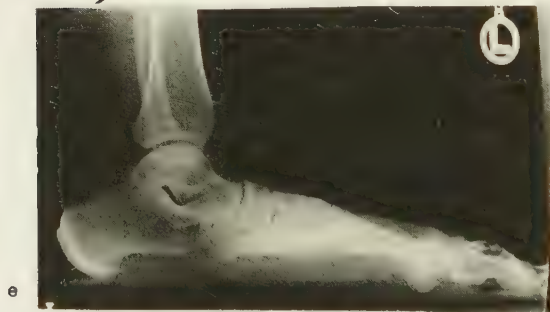
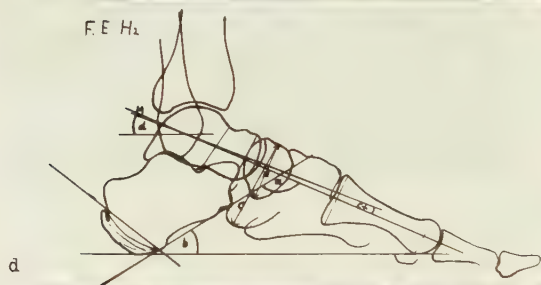
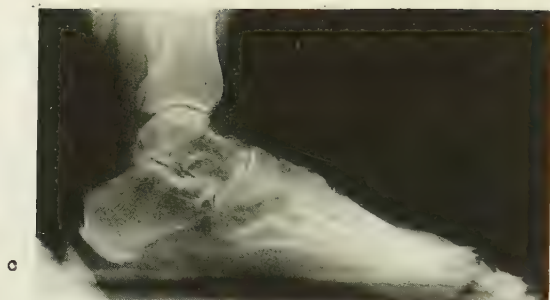


Abb. 3 a - f :

Röntgen-Aufnahmen in belastetem Zustand von
verschiedenen Füßen mit den dazugehörigen
Röntgen-Pausen:

- a / b : " Normalfuss "
- c / d : " Hohlfuss "
- e / f : " Senkfuss "



CNQ und der scheinbare Taluswinkel wurden als röntgenologische Kriterien für die Valgus- oder Varusstellung des Calcaneus, korrespondierend mit dem klinischen Befund genommen. Bei zunehmender Valgusstellung wandert das Cuboid nach dorsal, während sich der Navikulardurchmesser durch die Drehung des Navikulare scheinbar vergrössert. In solchen Fällen sinkt der Normalwert (1,40-1,50) und erhöht sich bei Varusstellung. Gekoppelt mit ersterem Vorgang dreht der Talus nach medial und " kippt " dabei abwärts. Das ergibt dann eine Vergrösserung des scheinbaren Winkels d. Obwohl diese Tatsachen schon lange bekannt sind (H.v. Meyer, Güntz, Dennemann), wurden diese Erkenntnisse messtechnisch in dieser Art noch nicht ausgewertet.

Bei der Röntgen-Diagnose waren folgende Grenzwerte = Erfahrungswerte massgebend:

	a	b	c	d	M	CNQ
H :	<135	>23	>-5	< 28	1-5	<1,2
N :	135-150	16-28	-10 bis +9	15-32	1-5	1,1-1,75
S :	>140	<22	< 0	> 20	3-5	>1,31

Es muss dabei berücksichtigt werden, dass sich die Werte, ausser bei Extremfällen, häufig überschneiden. Die " Zentrale Tendenz " (Medianwerte) für die einzelnen Gruppen liegt bei:

	a	b	c	d	CNQ	M
H :	125,44	30,55	+5,5	21,2	1,54	1,28
N :	136,8	23,07	-7,5	23,84	1,23	3,7
S :	148,45	17,41	-14,51	32,34	1,18	5,15

Leider ist es in den meisten Fällen nicht möglich gewesen, exakte anamnestische Angaben zu erhalten, bzw. die Angaben richtig auszuwerten, weil viele Fussfehlformen leichten und sogar schwereren Grades nur als Zufallsbefunde erhoben

wurden, da sie von den Probanden früher nie bemerkt worden waren. Oft kamen auch Patienten mit völlig unzutreffenden Eigendiagnosen oder der Pauschal-diagnose " Knicksenkfuss ", auch wenn es sich dabei um einen hohen Spann handelte.

Aus den erwähnten Gründen musste oft auf eine Klärung der Genese einzelner Fussverbildungen verzichtet werden, obwohl wahrscheinlich gerade der Zeitpunkt der Entstehung der Fehlform eine grosse Rolle in der Knochenentwicklung spielt.

Nach dem Verhältnis der Zahlenwerte und dem klinischen Bild wurden die " Hohl- und Senkfüsse " in drei Schweregrade (Gr.), 1 = leicht, 2 = mittel, 3 = schwer, die " Normalfüsse " in 1 = flacher, 2 = eigentlicher Normaltyp, 3 = hoher Typ, eingeteilt. Wie schon betont, handelt es sich bei den " Normalfüssen " nicht um solche im strengen Sinne Thomsens - am ehesten entspricht diesem der Grad 2 der " Normalfüsse " - sondern es handelt sich um Füsse, die sich, nach unserem Ermessen, nicht mehr in die Hohl- oder Senkfussgruppen einordnen lassen. Unter den "Hohlfüssen " finden sich sowohl der ausgeprägte hohe Spann (Gr.1), wie auch der fortgeschrittene, neurotrophische Ballenhohlfuss (Gr.3), jedoch keine Lähmungshakenfüsse. In die " Senkfussgruppe " wurden sehr starke Knickfüsse mit leichter Senkkomponente, Senkfüsse und Knickplattfüsse aufgenommen.

Zur Bewertung der Calcaneus wurden folgende Kriterien herangezogen (Abb.4):

LMQ = Längen-Maximalhöhen-Quotient (modifizierter Tuberindex nach Martin-Saller). Die Länge wird als Abstand zwischen der senkrechten Projektion des Processus anterior und der hinteren Tuberfläche auf die Grundlinie gemessen, die Maximalhöhe als senk-

rechte Entfernung der Tuber- oder Gelenk-
oberfläche von der Grundlinie.

LCQ = Längen-Corpuslängen-Quotient (modifiziert
nach Martin-Saller). Die Corpuslänge wird
als grösste Entfernung zwischen dem Vorder-
rand der hinteren Gelenkfläche und der Tu-
berhinterfläche gemessen.

TGW = komplementärer Tuber-Gelenkwinkel (modifi-
ziert nach L. Böhler und W. Ehalt). Es ist
derjenige Winkel, der einerseits von der
Verbindungslinie: Processus anterior - höch-
ster Punkt der hinteren Gelenkfläche und
der Verbindungslinie: höchster Punkt der
hinteren Gelenkfläche - Processus posterior
calcanei eingeschlossen wird. Aus messtech-
nischen Gründen wurde er dem ursprünglichen
Tuber-Gelenk-Winkel vorgezogen.

TW = Tuber-Winkel, gemessen am Processus poste-
rior calcanei zwischen der oberen Corpus-
fläche und der hinteren Tuberfläche.

AW = Apophysen-Winkel. Der Winkel wird zwischen
der Verbindungslinie: obere zur unteren
Apophysenbegrenzung und der Grundlinie ge-
messen. Die Bezeichnung ist bei ausgewach-
senen Füßen nicht mehr ganz korrekt, wird
aber zur Vermeidung von Verwechslungen mit
dem ganzen Tuber beibehalten.

ATQ = Entfernung des Processus posterior calcanei
vom oberen Apophysenansatz in Prozenten der
Tuberhöhe.

PS = Form des Processus medialis tuberis calca-
nei in den Zahlensymbolen 1 - 4:



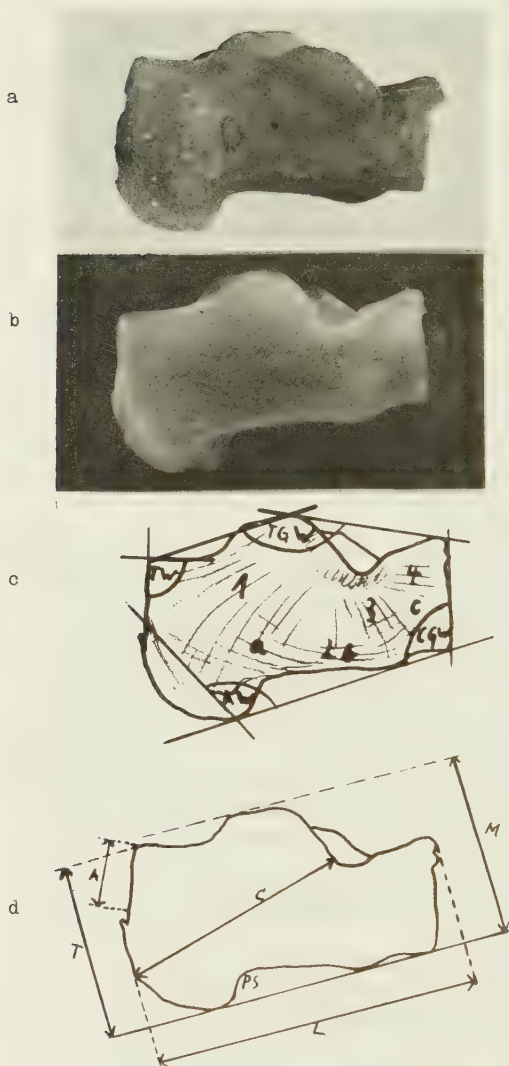


Abb. 4 a - d :
Photo, Röntgenaufnahme und die entsprechenden
Pausen mit Einzeichnung der Masse des gleichen
Calcaneus.

FS = Fersensporne (1= hinterer, 2= unterer FS)

CGW = Cuboidal-Gelenks-Winkel (Dennemann). Der Winkel, den die Grundlinie mit der Verbindungslinie: Oberkante zu Unterkante der Cuboidal-Gelenksfläche einschliesst.

Sp = Ausprägung der Spongiosastrukturen. Wie schon beschrieben, sind die radiären Strukturen in 1,3 und 4, die circulären in einen hinteren (2a), einen mittleren (2b) und einen vorderen Zug (2c) unterteilt worden. Normale Ausprägung wurde in den Tabellen nicht besonders angeführt und erscheint in der Auszählung später ohne Vorzeichen. Das Zurücktreten eines Bündels bzw. dessen Fehlen wurde als -, stärkere Zeichnung als + bezeichnet.

Die Abb. 5a - c zeigen die Calcanei von Normal-, Hohl- und Senkfüssen mit den entsprechenden Massen.

Statistische Befundauswertung

Zur näheren Erläuterung der nachfolgenden Arbeitsmethoden soll auf die Lehrbücher der Statistik, die Formelsammlungen und die " Wissenschaftlichen Tabellen " der Documenta Geigy verwiesen werden. Im Folgenden wird nur eine kurze Anführung des Arbeitsganges gebracht.

Zur Auswertung der erhaltenen Befunde (Tab. 1 - 10) sind sowohl bei den Fuss- wie auch bei den Calcanei-Befunden Häufigkeitsverteilungen aufgestellt und die " Zentrale Tendenz " (Medianwerte) errechnet worden (s.o.).

Nach der Häufigkeitsverteilung der einzelnen Merkmale (LHQ, LCQ usw.) wurde diese in Kurven nach dem " gleitenden Durchschnitt " $x = 3$ gezeichnet und die dazugehörigen Medianwerte eingetragen (Abb. 6 - 12).

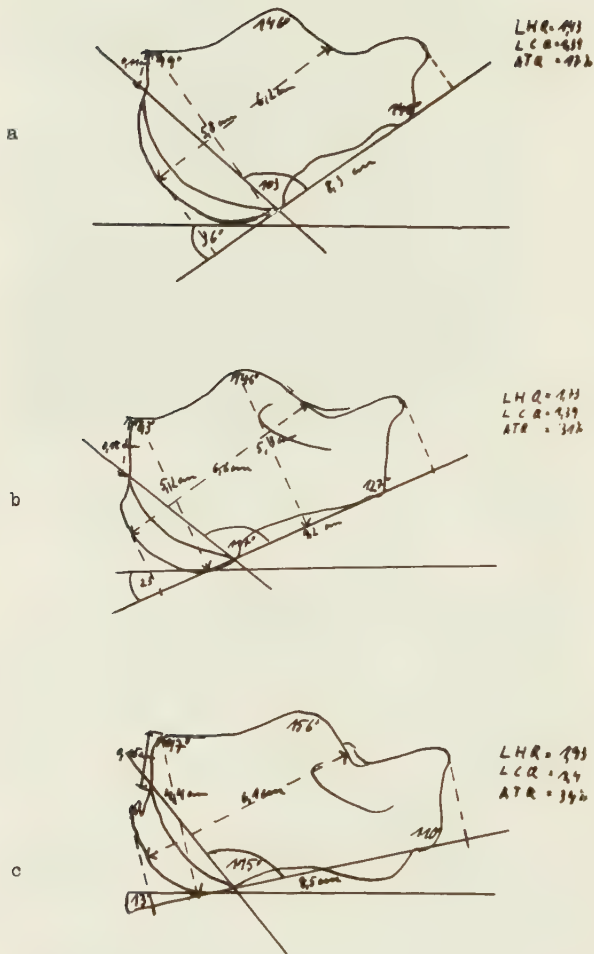


Abb. 5 a - c :

Calcanei von a : " Hohlfuss "

b : " Normalfuss "

c : " Senkfuss "

" HOHLFÜSSE "

Nr.	A	Gr.	a	b	c	d	CNQ	M	AV	LMQ	LCQ	TGW_	TW	AW	ATQ	PS	FS	CGW	Sp.
1	62	1	134	25	- 3	25	1,48	3	1,2	1,73	1,48	146	101	110	38	2	1,2	125	-3
2	16	2	127	32	- 6	15	1,42	3	-	1,59	1,37	160	101	110	29	3	-	130	-
		2	128	32	- 1	21	1,22	3	-	1,67	1,37	155	90	108	42	3	-	128	-
3	15	1	130	30	- 7	28	1,20	4	-	1,56	1,35	141	98	108	31	2	-	127	+1,-2
		1	132	28	0	20	1,60	3	1	1,58	1,37	144	100	108	29	2	-	128	+1,-2
4	10	2	120	32	+11	18	1,59	1	-	1,85	1,37	143	107	102	35	2	-	137	+2bc
5	55	1	133	25	+ 6	16	1,81	2	-	1,64	1,33	151	81	108	31	4	-	124	-
6	47	2	132	24	0	24	1,70	1	-	1,78	1,39	156	109	112	34	3	-	114	-
		1	130	23	+ 7	19	1,37	1	1	1,92	1,42	154	114	106	26	2	-	114	-
7	29	1	131	38	- 8	28	1,21	3	1	1,56	1,33	149	93	106	29	3	-	134	-2c
		1	131	29	0	22	1,29	3	-	1,72	1,32	143	90	114	28	2	1	131	-2a,+2c
8	26	2	129	32	+ 3	18	1,08	3	1	1,64	1,32	153	86	104	29	3	-	125	+1,+2b,-3
		1	128	31	- 4	25	1,19	3	-	1,69	1,39	153	87	104	29	3	-	128	-
9	65	2	123	31	+ 2	21	1,68	2	-	1,64	1,33	141	85	111	40	3	1	135	+2ab,-3
		2	127	30	- 2	25	1,23	3	-	1,54	1,30	143	80	110	43	3	1	126	+2ab,-3
10	31	3	116	30	+29	3	1,93	1	-	1,82	1,37	152	92	107	29	2	-	120	+2
11	24	2	125	29	+ 8	18	2,23	1	-	1,85	1,37	149	107	113	23	2	-	130	-
		2	129	27	+ 3	21	1,80	1	1	1,75	1,39	154	87	105	20	3	-	135	+2
12	18	2	126	30	- 8	31	1,14	2	-	1,72	1,35	146	104	107	29	2	-	125	+2b
13	16	3	111	38	+11	19	1,64	1	-	1,82	1,37	141	116	102	25	2	-	135	-2a
		3	113	36	+13	17	1,60	1	-	1,85	1,37	143	108	104	30	2	-	128	-2a
14	58	3	118	28	+17	16	2,20	1	-	1,82	1,41	149	85	116	31	1	1,2	131	-
		3	117	32	+20	11	2,81	1	-	1,66	1,41	149	79	111	33	4	-	129	+2bc

" HOHLFÜSSE "

Nr.	A	Gr.	a	b	c	d	GNQ	M	AV	IMQ	LCQ	TGW	TW	AW	ATQ	FS	FS	CGW	Sp.
15	15	1	124	27	+15	15	2,11	1	-	1,59	1,37	153	94	103	23	3	-	135	+2bo
16	20	2	122	34	+ 4	21	1,62	2	-	1,64	1,39	139	75	107	34	4	-	138	-2ac,-3
		1	130	28	- 6	28	1,68	2	1	1,64	1,33	142	90	115	32	3	-	125	-2c,-3
17	15	1	130	29	- 4	25	1,29	3	-	1,66	1,43	148	83	107	28	2	-	134	+2b,-3
18	22	3	122	35	0	23	1,91	2	-	1,54	1,37	146	90	123	46	3	-	124	+1,+2
		3	125	33	+ 2	20	1,38	2	-	1,56	1,39	151	98	113	30	3	-	124	+1,+2
19	27	3	115	32	+12	20	1,72	1	-	1,62	1,40	158	89	102	23	2	-	134	-
		3	115	27	+12	26	2,20	1	-	1,73	1,35	149	90	107	21	3	-	136	-
20	44	2	121	27	+19	10	1,32	1	-	1,69	1,33	142	90	105	29	1	1	121	-2bo
21	56	1	132	27	- 4	22	1,50	2	-	1,79	1,34	143	75	111	20	4	1,2	127	-2c,-3
22	26	1	130	27	- 6	29	1,82	3	-	1,69	1,37	142	103	108	31	3	-	136	+3
		2	122	30	+ 2	25	2,20	2	-	1,67	1,35	140	106	110	30	3	-	137	+3
23	23	3	130	32	+ 3	16	1,50	3	-	1,77	1,45	145	85	113	39	3	-	140	-
		3	125	35	0	20	1,60	3	-	1,74	1,45	148	89	109	34	3	-	139	-
24	27	3	115	36	+ 5	24	1,30	1	-	1,67	1,39	143	80	109	39	3	2	134	+2
		2	118	35	- 1	27	1,17	1	-	1,58	1,39	145	85	111	38	3	-	136	+2
25	27	2	125	34	- 4	27	1,55	2	-	1,65	1,45	154	100	110	21	2	-	144	+2
		3	115	39	+ 6	19	1,71	3	-	1,64	1,44	153	98	96	21	2	-	152	+2bo
26	14	2	129	25	+ 5	20	1,78	2	-	1,73	1,44	157	102	101	15	1	-	135	+1
		2	125	24	+ 6	23	1,70	2	-	1,65	1,36	157	93	100	12	2	-	134	+1
27	14	2	120	29	+ 7	23	1,93	1	-	1,64	1,44	163	104	99	16	1	-	138	+1,+2
		2	116	27	+21	15	2,11	1	-	1,77	1,45	161	95	101	17	1	-	135	+1,+2
28	15	2	129	31	0	22	1,55	3	-	1,54	1,36	162	93	99	21	2	-	129	+1,+2

" HOHLFÜSSE "

Nr.	A	Gr.	a	b	c	d	CNQ	M	AV	LMQ	LCQ	TGW	TW	AW	ATQ	PS	FS	CGW	Sp.
28	15	2	130	29	- 3	21	1,53	3	1	1,47	1,33	157	91	101	16	3	-	128	+2
29	45	2	122	35	- 8	32	1,33	3	1	1,66	1,37	150	112	100	32	2	-	135	+2c
30	58	2	124	33	-11	34	1,25	4	1	1,65	1,41	146	100	96	19	2	-	145	+2c
31	13	3	109	32	+21	16	1,78	1	-	1,49	1,33	153	100	108	25	3	-	136	-2c
32	42	3	106	36	+20	17	1,62	1	-	1,43	1,34	146	99	103	17	3	-	141	-2c
33	14	1	139	24	+12	10	1,32	2	-	1,70	1,33	144	98	93	7	3	-	110	-2c
34	7	2	126	28	+ 6	20	1,55	1	-	1,60	1,32	146	93	116	31	4	-	123	-2c
35	40	2	120	32	+14	12	1,54	1	-	1,72	1,39	148	103	110	26	4	-	124	-
36	56	3	124	35	+ 6	19	1,57	2	-	1,63	1,39	146	101	102	23	3	-	127	+2bc, -3
37	24	2	131	29	- 1	21	1,40	3	-	1,65	1,41	150	95	104	25	3	-	124	+2
38	37	3	115	36	+ 7	12	1,22	1	-	1,66	1,37	138	95	---	---	-	-	131	-
39	30	3	112	39	+12	17	1,55	1	-	1,62	1,44	137	104	---	---	-	-	128	-
40	17	1	124	29	+ 2	23	1,48	2	-	1,63	1,42	145	104	107	25	4	-	138	-
41	56	3	103	38	+23	17	2,25	1	-	1,68	1,39	145	97	111	38	4	-	139	-2c
42	24	2	121	29	+15	15	1,17	1	-	1,60	1,35	154	103	99	14	4	-	115	-
43	37	1	131	22	+10	16	1,37	2	-	1,63	1,38	152	90	110	27	4	-	113	-
44	24	2	124	30	+ 5	26	1,71	2	1	1,71	1,42	143	93	102	24	4	-	139	-2c, -3
45	37	1	133	27	+ 3	20	1,44	3	1	1,67	1,39	144	98	105	31	3	-	124	-2c
46	37	1	132	29	0	19	1,29	4	1	1,66	1,42	150	103	124	36	3	-	127	-2, -3
47	30	2	126	30	0	25	1,40	2	-	1,82	1,37	144	94	105	33	2	2	134	+2bc
48	17	2	127	28	+ 6	20	1,50	1	1	1,84	1,40	148	92	111	39	1	2	136	+1, +2
49	17	3	122	34	+12	12	1,18	1	1	1,71	1,44	148	90	106	42	2	-	116	+1, +2
50	17	2	123	31	+16	10	1,47	1	-	1,80	1,46	149	96	110	39	2	-	127	+1, +2

" NORMALFÜSSE "

Nr.	A	Gr.	a	b	c	d	CNQ	M	AV	IMQ	LCQ	TGW	TW	AW	ATQ	PS	FS	CGW	Sp.
1	62	2	141	21	- 8	25	1,50	4	1	1,72	1,39	145	104	108	33	2	1,2	125	-3
2	10	2	134	23	- 3	24	1,17	3	-	1,92	1,41	145	107	103	33	2	-	131	+2bc
3	55	1	146	20	- 5	19	1,18	5	-	1,72	1,33	145	90	111	32	4	-	111	-2ac
4	53	3	135	22	- 3	27	1,35	2	-	1,58	1,36	153	90	109	28	3	-	109	-2c
5	31	2	137	24	- 5	25	1,28	3	-	1,54	1,38	157	90	109	33	3	-	114	-2c
6	18	1	138	23	-12	30	1,37	4	-	1,70	1,28	146	97	115	42	3	-	117	-2c
7	46	3	136	25	-14	33	1,08	4	-	1,78	1,47	146	102	110	33	3	-	127	-
8	11	2	134	24	+ 1	20	1,88	3	-	1,75	1,33	147	109	111	35	2	-	124	-
9	22	3	134	24	+ 8	14	1,33	3	1	1,75	1,39	152	98	103	23	4	-	120	-2ac
10	63	3	136	25	+ 6	13	1,43	3	1	1,70	1,39	150	98	104	33	4	-	120	-2c
11	11	1	134	25	+ 3	19	1,27	2	3	1,74	1,44	152	92	111	32	3	-	134	-
12	13	2	138	23	- 3	22	1,20	4	-	1,95	1,40	145	122	103	38	3	-	128	-
13	66	1	141	16	+ 8	15	1,15	4	-	2,02	1,44	147	97	108	36	2	-	117	+2bc
14	33	2	136	23	- 5	26	1,49	3	-	1,83	1,47	143	112	112	23	2	-	125	+2a
15	44	2	137	22	- 2	24	1,40	2	-	1,83	1,47	145	112	107	19	3	-	130	-
16	15	2	132	23	- 5	30	1,24	2	-	1,88	1,37	148	100	107	27	3	-	115	-
										1,74	1,39	146	96	109	29	3	-	122	-2c,-3
										1,73	1,39	146	93	117	31	3	-	127	-
										1,89	1,39	158	98	114	28	3	-	123	+2b
										1,89	1,39	158	90	122	32	4	-	124	+2b
										1,61	1,37	151	94	104	21	3	-	130	+2bc

" NORMALFÜSSE "

Nr.	A	Gr.	a	b	c	d	CNQ	M	AV	LMQ	LCQ	TGW	TW	AW	ATQ	PS	FS	CGW	Sp.
17	15	2	133	21	-	4	31	3	-	1,86	1,34	145	107	105	29	3	-	124	+2b
18	16	3	128	29	-	3	26	3	-	1,24	1,49	156	114	107	29	3	-	128	+2bc
		2	137	24	-	6	25	4	-	1,75	1,43	154	110	113	27	3	-	125	-
19	50	2	137	22	-	2	23	3	-	1,64	1,37	152	78	99	21	3	-	123	+2b
20	24	1	138	23	-	7	26	4	-	1,66	1,40	150	93	112	27	3	-	123	+2
		2	137	23	+	1	19	3	-	1,73	1,40	148	90	110	19	3	-	124	+2
21	15	1	138	22	-	7	27	4	-	1,75	1,45	143	90	110	33	3	-	133	+2b,-3
22	36	2	137	19	+	4	21	3	1,23	1,70	1,40	148	93	115	30	2	2	110	+2ab
23	24	2	137	23	-	14	34	3	-	1,82	1,38	145	101	111	26	4	1	128	-
		3	133	27	-	3	23	3	1	1,76	1,35	147	101	108	26	4	1	125	-
24	21	1	143	19	-	10	30	4	-	1,72	1,38	145	88	110	33	3	-	118	-2c
		1	141	18	-	8	29	4	-	1,69	1,36	138	97	110	31	3	-	116	-2c,-3
25	31	2	137	26	0	20	31	4	-	1,70	1,43	148	92	116	30	2	-	116	-2c
		2	135	26	+	1	18	3	-	1,71	1,41	151	90	117	26	2	-	118	+2b
26	37	2	133	28	-	9	28	4	1	1,72	1,32	148	90	107	33	4	-	122	-2c,-3
27	54	1	142	18	0	21	23	4	1,2	1,72	1,44	147	103	114	35	2	-	116	-
28	59	2	138	24	-	5	23	3	1	1,70	1,35	154	90	108	32	4	-	118	-2b+2c
29	20	1	149	23	-	3	21	4	1	1,75	1,43	144	98	112	25	4	-	126	+2bc
		1	142	21	-	6	22	5	1,3	1,80	1,39	151	94	113	17	3	-	119	+2bc
30	42	1	147	15	-	1	20	3	1	1,73	1,35	150	83	117	33	3	2	115	+2ab
		1	149	16	-	5	21	4	-	1,83	1,37	153	98	122	25	3	-	110	+2ab
31	56	3	132	25	+	9	15	1	-	1,63	1,45	148	95	115	27	4	-	124	+2
		3	131	25	+	9	15	1	-	1,70	1,46	145	95	110	21	4	-	124	+2

" NORMALFÜSSE "

Nr.	A	Gr.	a	b	d	c	ONQ	M	AV	LMQ	LCQ	TGW	TW	AW	ATQ	FS	PS	CGW	Sp.
32	20	2	135	23	- 4	27	1,28	3	-	1,60	1,34	156	86	106	24	3	-	119	-
		3	132	26	- 2	25	1,37	3	-	1,73	1,42	161	84	105	29	3	-	124	-
33	44	3	133	21	+ 2	24	1,40	1	-	1,64	1,30	147	82	115	28	2	1	117	-2bc
34	56	1	140	19	- 6	29	1,50	3	-	1,88	1,41	151	78	114	27	4	-	128	+2ab
35	38	3	128	31	-11	33	1,63	3	3	1,64	1,38	154	90	106	40	3	-	138	+2bc
		2	132	22	+ 1	20	1,68	3	1,3	1,83	1,40	155	93	111	37	3	-	137	+2bc
36	26	3	130	25	+ 9	17	1,42	1	-	1,67	1,32	154	78	113	31	3	-	115	-
		3	131	26	0	22	1,76	2	-	1,60	1,38	153	85	114	27	4	-	127	-2c
37	13	1	141	21	- 4	21	1,65	4	-	1,83	1,44	156	90	105	24	3	-	134	-
		2	139	21	+ 5	15	1,60	3	-	1,92	1,48	148	101	113	23	3	-	126	-
38	58	3	132	24	+ 7	17	1,39	1	-	1,63	1,38	151	90	110	32	3	2	128	-
		2	134	23	0	24	1,24	3	-	1,66	1,39	159	93	114	23	3	2	118	-
39	15	2	130	21	+ 5	25	1,60	1	-	1,66	1,43	155	93	116	25	3	-	115	+2
40	71	1	141	20	-11	30	1,30	4	-	1,59	1,42	156	106	115	36	4	1	121	-2bc,-3
41	50	1	142	20	- 3	21	1,30	3	1,2	1,66	1,36	152	92	109	28	2	-	113	-2c
42	13	2	132	27	-10	30	1,02	4	-	1,63	1,36	155	98	100	18	3	-	125	-
		2	135	23	- 7	27	1,19	3	-	1,69	1,37	159	90	99	19	3	-	117	-
43	13	2	136	23	0	22	1,33	3	-	1,81	1,40	146	99	110	25	3	-	117	-
44	45	1	142	20	- 4	23	1,02	4	1	1,75	1,35	147	104	104	33	3	-	115	-
		1	141	17	- 3	21	1,05	4	1	1,89	1,40	154	109	104	29	3	-	117	-
45	12	3	129	26	- 1	26	1,53	2	-	1,69	1,45	146	120	102	27	3	-	124	-2
		3	128	27	+ 3	23	1,47	3	-	1,67	1,46	140	103	107	30	3	-	125	-2

" SENKFÜSSE "

Nr.	A	Gr.	a	b	c	d	CNQ	M	AV	LMQ	LCQ	TGW	TW	AW	ATQ	PS	FS	CGW	Sp.
1	13	2	157	16	-15	32	1,47	5	-	1,93	1,37	149	98	108	30	3	-	120	-
		2	145	17	-11	29	1,25	3	1	1,94	1,37	150	105	109	26	3	-	124	-
2	10	1	138	22	-10	30	1,47	4	-	1,72	1,38	143	105	112	38	3	-	125	-2
		1	142	22	-8	25	1,54	4	-	1,66	1,30	141	90	112	38	3	-	127	-2,-3
3	52	3	153	14	-20	33	1,19	5	1,2,3	1,50	1,38	153	85	108	31	3	2	115	-2c
		2	145	21	-17	32	1,11	4	1,2,3	1,56	1,41	153	95	114	39	3	-	124	-2c
4	61	3	153	12	-22	38	1,14	5	1,2	1,76	1,40	147	90	113	31	2	1,2	118	-2ac,-3
		2	147	19	-20	35	1,19	4	1,2	1,76	1,40	148	90	117	37	3	-	118	-2c
5	62	3	153	14	-27	40	1,03	5	-	1,67	1,40	150	81	110	26	3	2x1	111	-2bc,-3
		2	146	19	-14	30	1,05	5	-	1,80	1,42	150	90	110	24	3	1	117	-2c,+2a,-3
6	65	2	145	18	-10	27	1,10	4	-	1,81	1,38	151	100	100	25	2	-	120	-
		2	147	16	0	18	1,17	4	-	1,87	1,40	150	98	102	25	2	1	113	-
7	68	3	155	13	-20	33	1,00	5	1,2	1,93	1,40	156	97	115	35	1	1	110	+2ab,+3
		3	154	13	-18	32	0,96	5	1,2	1,98	1,38	155	93	112	30	2	1	113	+2ab,+3
8	42	1	147	19	-16	30	1,17	5	-	1,67	1,45	155	94	113	33	3	-	118	-
		1	143	20	-10	27	1,16	4	-	1,59	1,46	155	77	110	36	3	-	116	-3
9	69	2	150	16	-22	35	1,23	5	2	1,60	1,38	152	82	113	38	3	-	114	-2
		2	150	14	-15	31	1,25	5	1,2	1,61	1,43	153	88	110	38	3	-	119	-
10	42	1	149	17	-19	34	1,45	4	-	1,77	1,35	144	88	110	33	3	-	118	+2
		1	146	17	-6	23	1,24	5	-	1,83	1,42	147	90	105	36	3	-	119	+2ab
11	44	2	156	11	-16	29	1,13	5	1,2	2,02	1,38	153	112	111	23	3	-	111	-
		2	155	12	-12	26	1,13	5	1,2	2,02	1,33	153	113	111	24	4	-	111	-2c

" SENKFÜSSE "

Nr.	A	Gr.	a	b	c	d	ONQ	M	AV	LMQ	LCQ	TGW	TW	AW	ATQ	FS	FS	CGW	Sp.
12	11	1	140	21	-12	30	1,60	5	-	1,75	1,38	145	104	105	25	2	-	130	-
13	54	1	143	20	-14	33	1,25	4	1,2	1,63	1,37	153	97	114	33	3	1	120	-2c
		1	146	18	-16	32	1,16	4	1,2	1,69	1,45	160	98	112	33	4	1	120	+1,+2a,-c
14	54	3	151	12	-15	32	1,30	4	1,2,3	1,80	1,34	153	95	103	26	2	2	106	+2ab,+3
		2	147	15	-15	32	1,10	4	1,2,3	1,61	1,25	141	113	111	28	2	-	99	+2ab,+3
15	48	2	148	20	-21	35	1,24	5	1,20	1,72	1,36	149	94	107	35	3	1	124	-
		2	149	18	-21	34	1,31	5	1,2	1,75	1,35	156	93	108	37	3	-	119	-
16	66	1	144	18	-15	30	1,18	5	-	1,88	1,43	147	112	108	25	3	-	125	-2c
		1	141	16	+8	15	1,15	4	-	1,88	1,37	148	100	107	28	2	-	115	-
17	46	2	153	12	-23	36	1,16	5	1	1,73	1,31	141	113	104	32	4	1,2	105	-2c,+2ab
		2	147	14	-27	35	1,43	4	1	1,82	1,40	143	116	121	34	3	1,2	115	-2
18	50	1	144	19	-16	33	1,17	4	1,2	1,63	1,36	152	98	98	20	2	-	127	+2b
19	62	2	146	18	-23	38	1,12	5	-	1,70	1,31	145	103	109	35	2	-	122	-
		2	152	17	-29	39	1,09	5	-	1,81	1,39	152	93	109	30	2	-	117	-
20	15	3	156	13	-30	42	0,92	5	-	1,79	1,32	146	93	122	41	2	-	111	-
		3	154	13	-25	40	0,84	5	-	1,81	1,30	147	99	122	38	2	-	113	-
21	38	2	150	16	-17	31	0,96	5	1	1,91	1,40	150	89	112	31	4	-	119	+2b,+3
		2	150	17	-27	39	1,37	5	1	1,82	1,34	146	93	115	35	4	-	114	+2b
22	18	2	154	14	-26	40	1,14	5	-	1,86	1,40	152	94	110	27	3	-	113	+2a
		1	145	20	-10	27	1,38	3	1	1,80	1,40	155	101	110	27	3	-	119	-
23	78	3	167	1	-63	74	1,03	5	1,2	1,60	1,29	151	57	111	25	3	-	107	-2bc
		3	167	2	-60	72	1,05	5	1,2	1,80	1,47	153	86	106	31	3	-	121	-

" SENKFÜSSE "

Nr.	A	Gr.	a	b	c	d	GNQ	M	AV	LMQ	LCQ	TGW	TW	AW	ATQ	PS	FS	CGW	Sp.
24	35	1	145	16	- 7	27	1,06	4	1,2,3	1,73	1,33	151	91	113	35	3	-	107	-2c
25	37	1	141	22	-15	32	1,10	5	1	1,72	1,32	147	96	107	33	4	-	119	-
26	59	1	148	18	-26	40	1,22	5	1	1,78	1,31	157	90	115	32	3	-	112	+2b,-2c
27	49	1	150	17	-11	24	1,35	5	1	1,57	1,42	154	90	110	29	2	-	112	-2c
28	83	3	150	12	-13	30	1,33	5	1,2,3	1,65	1,38	153	90	117	35	2	1,2	119	+2bc
		2	150	11	- 8	25	1,43	4	1,2,3	1,66	1,35	147	98	119	30	2	1,2	114	+2
29	38	1	145	13	+1	21	1,40	3	1	1,85	1,34	144	92	109	33	3	-	112	-2c
		2	147	14	-11	30	1,10	4	1	1,83	1,33	144	90	109	30	4	-	103	-2c,+3
30	59	1	145	19	-10	30	1,19	4	-	1,69	1,38	156	81	117	42	3	2	111	-2c
		1	138	20	0	22	1,26	2	2	1,66	1,35	154	89	113	36	3	2	111	-2c
31	25	2	150	15	-30	47	1,15	5	1	1,80	1,35	149	94	110	32	4	-	110	+2
		2	148	14	-22	41	1,18	4	-	1,82	1,32	151	92	113	33	4	-	111	+2
32	71	3	156	9	-18	33	1,13	5	1,2	1,61	1,46	155	105	109	35	4	-	118	-2,-3
33	50	2	147	15	-11	29	1,18	4	2	1,64	1,41	153	95	112	29	3	2	113	-2c
34	21	2	152	15	-32	45	1,10	5	-	1,75	1,44	153	86	117	30	4	-	127	+2b
		3	155	12	-57	70	0,89	5	1	1,76	1,37	156	85	120	46	3	-	116	-
35	11	3	164	9	-46	53	0,63	5	-	2,02	1,44	161	90	110	21	2	-	107	+2bc
		3	153	14	-26	40	0,81	5	-	1,89	1,33	145	93	112	24	2	-	107	+2bc
36	54	1	146	20	-23	37	1,18	5	-	1,61	1,39	159	101	115	37	3	2	115	+2b,-2c
		1	146	20	-16	29	1,02	5	-	1,62	1,37	156	89	118	38	4	2	116	+2
37	57	1	146	17	-11	28	1,25	4	-	1,73	1,33	147	94	116	40	3	2	113	-2c
38	38	2	150	15	-12	28	0,94	5	1,2	1,83	1,35	158	94	107	31	3	-	107	-
		2	150	16	-11	25	1,14	5	1,2	1,88	1,33	153	90	110	32	2	-	112	-

" SENKFÜSSE "

Nr.	A	Gr.	a	b	c	d	CNQ	M	AV	LMQ	LCQ	TGW	TW	AW	ATQ	FS	FS	C3W	Sp.
39	58	1	140	20	-10	30	1,15	3	1,2,3	1,68	1,40	160	90	112	36	2	-	114	+2a,-2c
		1	138	21	-10	31	1,18	3	1,2	1,76	1,42	164	95	101	24	2	-	106	+2a,-2c
40	11	1	142	20	-2	21	1,76	3	-	(1,60)	(1,44)	141	109	(102)	{35}	2	-	118	-2c
		1	140	20	+2	19	1,52	3	-	(1,63)	(1,46)	140	116	(110)	{30}	2	-	106	-2c
41	11	1	142	22	-8	25	1,22	4	-	1,65	1,35	140	119	106	27	2	-	117	-2c
		1	146	18	-7	23	1,05	5	-	1,80	1,42	139	112	104	28	2	-	117	-2c
42	49	1	143	20	-7	25	1,25	4	-	1,80	1,33	146	98	120	36	4	-	117	+2bc
		1	137	23	-15	32	1,00	5	-	1,87	1,31	149	97	108	30	4	2	120	+2bc
43	44	2	147	19	-32	46	1,37	5	-	1,59	1,41	154	82	105	31	3	-	125	-
		2	149	18	-30	43	1,22	5	2	1,74	1,42	148	109	105	30	3	-	127	-
44	16	3	156	15	-31	41	1,25	5	-	1,93	1,42	160	97	110	36	3	-	130	+1,+2,+3
		2	147	16	-15	32	1,14	4	2	1,75	1,39	148	87	114	36	3	-	126	+2
45	21	2	149	15	-18	32	1,37	5	-	1,80	1,47	159	95	117	39	3	-	107	+2bc
		1	145	18	-13	28	1,17	4	-	1,80	1,48	152	88	118	44	3	-	107	-
46	56	2	149	13	-21	39	1,28	4	2	1,68	1,38	151	88	112	28	3	2	109	+2ab,+3
		2	144	15	-12	33	1,28	2	1	1,74	1,41	154	90	109	26	4	-	112	+2ab,+3
47	68	2	147	17	-19	34	1,31	5	1	1,68	1,40	146	112	116	41	2	2	115	-2c,-3
		1	143	20	-7	24	1,50	4	2	1,67	1,39	148	102	125	53	3	-	120	-2c,-3
48	53	3	157	11	-19	29	1,25	5	1,2	1,63	1,43	149	102	116	30	4	-	109	-
		1	146	19	-6	20	1,12	5	1	1,65	1,45	151	98	113	30	4	1	118	+2a
49	40	2	149	18	-20	34	1,31	5	-	1,79	1,36	153	100	113	25	4	1	123	-2c
		2	149	16	-15	30	1,16	5	-	1,79	1,29	148	103	111	26	4	-	115	-2c,-3

Für die Fersenspornverteilung (FS), die Form des Processus medialis tuberis calcanei (PS) und die Ausprägung der Spongiosastruktur (Sp) wurde nur die Häufigkeitsverteilung mit der entsprechenden zentralen Tendenz gebracht.

Die Häufigkeitsverteilung gibt noch keinen Aufschluss über einen eventuell signifikanten Unterschied der erhaltenen Mediane. Da nach statistischen Massstäben eine Irrtumswahrscheinlichkeit (I) grösser als 5 von 100 Fällen als nicht mehr signifikant angesehen werden kann, wurde wegen der grösseren Anzahl von Fällen und der ungleichen Gruppenverteilung die Signifikanz nach dem " Vierfelder - χ^2 - Test " bestimmt.

Md				
i	a	b	a+b	
j	c	d	c+d	
	a+c	b+d		
				$\chi^2 = \frac{(a \cdot d - b \cdot c) \cdot n}{(a+c)(b+d)(a+b)(c+d)}$

i und j sind die jeweils mit einander zu vergleichenden Gruppen H und S, H und N oder N und S. Links des Medians liegen die Merkmalsverteilungen, die kleiner oder gleich dem Median, rechts die grösser als der Median sind.

$\chi^2 = 3,841$ muss als Grenzwert aufgefasst werden, da ihm eine 5 % ige Irrtumswahrscheinlichkeit ($p = 0,05$) entspricht. Bei Werten darunter tritt eine zu grosse Zufallsrate auf. $\chi^2 \geq 6,635$ entspricht $p \leq 0,01$, das heisst, eine Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 1 %.

Zur Untersuchung gelangten 227 Füsse, davon 69 " Hohl-", 64 " Normal-" und 89 " Senkfüsse ".

Der Längen-Maximalhöhen-Quotient (LMQ) zeigt bei den " Hohlfüssen " (H) eine zentrale Tendenz (Md) von 1,672, bei den " Normalfüßen " (N) von 1,731 und bei den " Senkfüssen " (S) von 1,769 (Abb. 6). Einem χ^2 H-S = 12,9 entspricht ein $p < 0,01$, einem χ^2 H-N = 1,705 ein $p > 0,05$ und einem χ^2 N-S = 12,9 wieder ein $p < 0,01$.

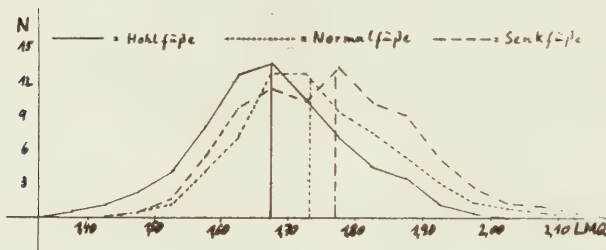


Abb. 6 Häufigkeitsverteilung von LMQ

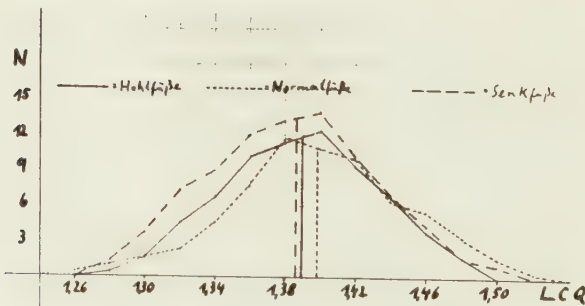


Abb. 7 Häufigkeitsverteilung von LCQ

Zwischen der zentralen Tendenz H und S besteht also ein hochsignifikanter Unterschied von we-

niger als 1 % I, desgleichen zwischen N und S. Bei H-N muss von einer zu grossen Zufallsrate gesprochen werden.

Beim Längen-Corpus-Quotienten (LCQ) kann zwischen $Md_H = 1,388$, $Md_N = 1,397$ und $Md_S = 1,385$ kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Die zentrale Tendenz des komplementären Tuber-Gelenk-Winkels (TGW) lässt bei $Md_H = 148$ Grad, $Md_N = 149,66$ Grad und $Md_S = 151,45$ Grad nur einen signifikanten Unterschied von $\chi^2_{H-S} = 5,8$ erkennen, was einem I-Wert unter 5 % entspricht.

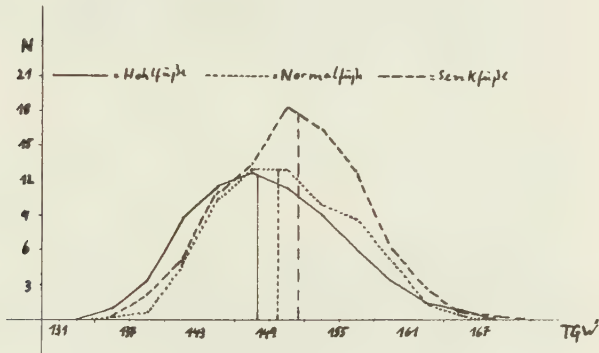


Abb. 8 Häufigkeitsverteilung von TGW

Der Unterschied in der Tuber-Winkel-Verteilung ist bei $Md_H = 95,62$ Grad, $Md_N = 94,8$ Grad und $Md_S = 94,8$ Grad nicht signifikant ($\chi^2_{H-S} = 1,23$, $p > 0,05$).

Eine deutliche Differenz besteht aber wieder im Vergleich der Apophysenwinkel (AW) der Gruppen H-S und H-N, jedoch nicht bei N-S ($Md_H = 107,66$ Grad, $Md_N = 110,44$ Grad, $Md_S = 111,34$ Grad) mit $\chi^2_{H-S} = 14$ und $\chi^2_{H-N} = 7,2$ mit jeweils weniger als 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit.

In der Gruppe ATQ zeigt sich eine Signifikanz von $\chi^2_{H-S} = 8,0$ bei $Md_H = 29,31$, $Md_N = 29,17$

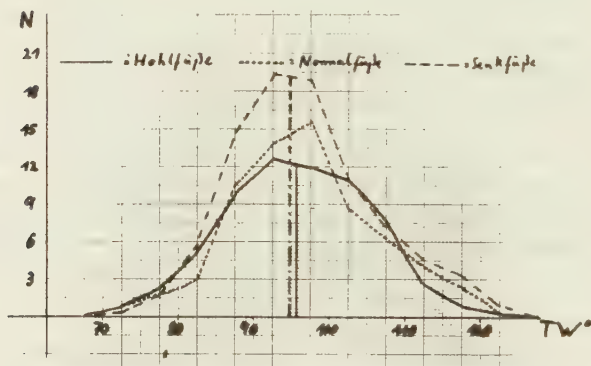


Abb. 9 Häufigkeitsverteilung der TW

und $Md_S = 32,59$, also wiederum eine Irrtumswahrscheinlichkeit, die kleiner als 1 % ist. Wegen

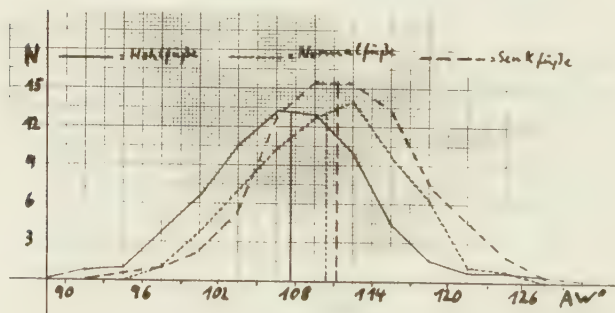


Abb. 10 Häufigkeitsverteilung der AW

der gleichmässigen Verteilung im Vierfelder-Quadrat beim Gruppenvergleich H-N und N-S erübrigt sich eine weitere Berechnung des entsprechenden χ^2 .

PS wurde, wie oben schon erwähnt, nur nach den 4 Symbolen 1 - 4 unterteilt, so dass eine

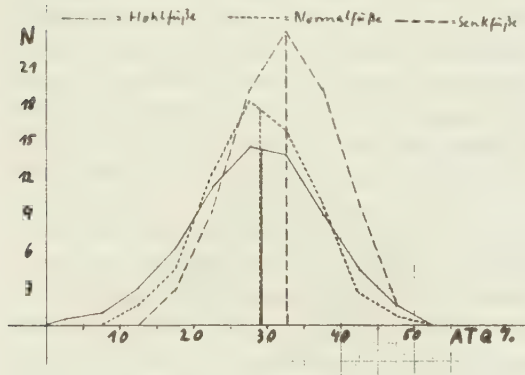


Abb. 11 Häufigkeitsverteilung von ATQ

graphische Darstellung nicht als sinnvoll erscheint. Aus dem gleichen Grund wurde auf entsprechende Kurven bei den Fersenspornen verzichtet.

Die Form des Processus medialis tuberis calcanei (PS) ergibt folgende Verteilung:

Gr.	H	N	S
1	5	0	1
2	23	11	25
3	28	42	44
4	11	16	19

Die entsprechenden zentralen Tendenzen liegen bei $Md_H = 3,186$, $Md_N = 3,56$, $Md_S = 3,42$.

χ^2_{H-S} beträgt 1,84 und entspricht damit einem p unter 0,05 und ist bei den anderen Gruppenvergleichen noch bedeutend kleiner.

Die Fersensporne fanden sich mit 29,2 % auffallend häufig bei den Senkfüßen, im Gegensatz

zu 14,7 % bei Normal- und 14,5 % bei Hohlfüssen. Das Verhältnis der hinteren zu den unteren Spornen betrug im Durchschnitt 1/1 (H: 7/6, N: 5/6, S: 16/16), wobei allerdings die Hohlfüße 6 x, die Normalfüße 1 x und die Senkfüße 3 x gleichzeitig hintere und untere Spornbildung aufwiesen. Trotz der fast doppelten Anzahl Fersensporne bei Senkfüssen gegenüber den Normalfüßen oder Hohlfüssen konnte nur ein $\chi^2 = 1,27$, also eine Irrtumswahrscheinlichkeit über 5 % errechnet werden.

Die am stärksten signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen zeigen sich im Cuboidal-Gelenkwinkel. Die zentrale Tendenz der Hohlfüße liegt bei $Md_H = 131,04$ Grad, der Normalfüße bei $Md_N = 122,6$ Grad und der Senkfüße bei $Md_S = 116,6$ Grad. χ^2_{H-S} betrug 72,3, $\chi^2_{H-N} = 20,45$ und $\chi^2_{N-S} = 19,75$, was in allen drei Vergleichen für eine verschwindend geringe Irrtumswahrscheinlichkeit spricht.

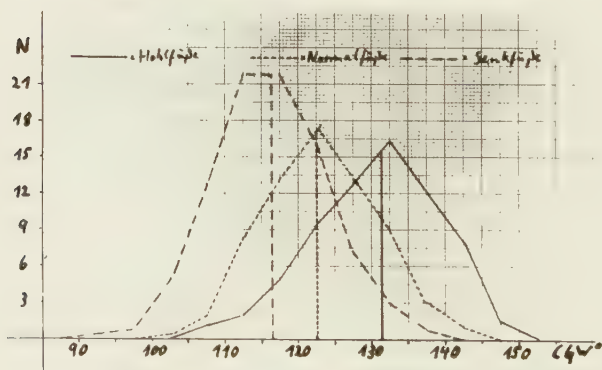


Abb. 12 Häufigkeitsverteilung der CGW

Jeder der Spongiosazüge (1, 2a/b/c, 3, 4) wurde in den drei Gruppen verglichen, um even-

tuelle Unterschiede festzustellen.

Die Häufigkeitsverteilung ergab:

Struktur	H	N	S
1	13 x +1	0 x +1	2 x +1
	56 x 1	69 x 1	87 x 1
2a	17 x +2a	10 x +2a	21 x +2a
	45 x 2a	54 x 2a	63 x 2a
	7 x -2a	4 x -2a	5 x -2a
2b	24 x +2b	23 x +2b	28 x +2b
	39 x 2b	39 x 2b	56 x 2b
	4 x -2b	5 x -2b	7 x -2b
2c	24 x +2c	14 x +2c	13 x +2c
	29 x 2c	35 x 2c	39 x 2c
	15 x -2c	19 x -2c	36 x -2c
3	2 x +3	0 x +3	9 x +3
	56 x 3	60 x 3	72 x 3
	11 x -3	8 x -3	8 x -3

Nur in der Gruppe 2c konnte ein signifikanter Unterschied zwischen H und S von $\chi^2 = 5,05$ bei $Md_H = 1,345$ und $Md_S = 1,795$ festgestellt werden. Das bedeutet ein stärkeres Hervortreten von 2c bei den Hohlfüssen und eine schwächere Ausprägung bei Senkfüssen.

Diskussion

L. Böhler hat den Hohlfuss " das umgekehrte Spiegelbild des Knickplattfusses " genannt (Hohmann). Unter der gleichen Vorstellung haben wir uns daher entschlossen, die Calcaneus-Form dieser beiden Fussgruppen zu untersuchen, da auch hier ein entsprechendes Verhalten erwartet werden konnte. Fast zwangsläufig führten diese Un-

tersuchungen auch zu einem Vergleich mit dem Normalfuss.

Ohne auf den Streit, ob pathologisch oder noch normal, näher einzugehen, sind alle Füße als " normal " bezeichnet worden, die nicht deutliche pathologische Veränderungen aufwiesen, da diese grobe Einteilung für statisch-funktionelle Betrachtungen genügt.

Bei leichteren pathologischen Fällen konnte oft festgestellt werden, dass einzelne röntgenologische Merkmale noch im Bereich der Normalen, andere dagegen schon deutlich pathologisch waren (s. Tab. 1 - 10). Für die Beurteilung der Fußform scheint die Stellung des Calcaneus das zuverlässigste Kriterium zu sein. Sie wird im seitlichen Röntgenbild durch die Grundlinie - Calcaneus-Achse ausgedrückt.

Über die Valgus- oder Varusstellung gibt der Cuboidal-Navikulare-Quotient (CNQ) und teilweise auch der Taluswinkel (α) Auskunft. Trotz des hohen Aussagewertes der Calcaneus-Stellung müssen bei der Beurteilung der Fussform immer gleichzeitig auch alle anderen Messergebnisse berücksichtigt werden.

Unter Umständen ist die Calcaneus-Stellung auch zur Klärung der Genese von Fussverbildungen wichtig, denn ein Plattfuss mit steilstehendem Fersenbein wird kaum als eine angeborene Fehlf orm zu betrachten sein.

Bei der Auswertung der einzelnen Calcaneus-Merkmale hat sich grundsätzlich eine Abhängigkeit seiner Form von der Funktion und Form des Fusses ergeben. Fasst man alle Einzeluntersuchungen zusammen, so ergibt sich folgendes:

Zu einem Hohlfuss gehört ein gedrungener, zu einem Plattfuss ein schlanker Calcaneus. In dieser Grundkonzeption sind alle anderen Merkmale

bereits enthalten. Wenn jetzt nochmals die Einzelheiten für den Hohlfuss erleutert werden, so gilt es " umgekehrt spiegelbildlich " natürlich auch für den Senkfuss, während die Werte für den Normalfuss dazwischen liegen.

Beim Hohlfuss finden wir ein hohes und kurzes Fersenbein, was sich hauptsächlich in einem relativ kleinen LMQ ausdrückt. Durch die hohe Form bedingt, ergibt sich auch ein, gegenüber dem Senkfuss verkleinerter Tuber-Gelenk-Winkel. Unter der jetzt allgemein anerkannten Voraussetzung, dass sich die Spongiosabälkchen nach der Belastungsrichtung einstellen und sich ausserdem rechtwinklig schneiden, ist es auch leicht verständlich, dass die sogenannte Apophyse, als eine Spongiosaverdickung, beim Hohlfuss näher zum Processus medialis tuberis calcanei rückt. ATQ und der Apophysenwinkel (AW) drücken als verschiedene Messmethoden beide die eben erwähnte Sachlage aus: sowohl ATQ wie auch der AW sind beide relativ klein.

Als Nebenfund ergab sich bei den Untersuchungen, dass der ursprüngliche Apophysenspalt sehr viel höher endet, als nach dem Wachstumsabschluss die obere Apophysenbegrenzung.

Damit sich bei einem steil stehenden Calcaneus das Cuboid und die anderen Fusswurzelknochen in ihrer Form gut anpassen können, ist ein stumpferer Cuboidal-Gelenks-Winkel nötig. Nach den vorliegenden Untersuchungen besteht in diesem CGW der deutlichste Unterschied zwischen allen drei Gruppen und bestätigt damit die aufgestellte Hypothese.

Die auffällige, wenn auch nicht signifikante Häufung der Fersensporne beim " Senkfuss " im Gegensatz zu den beiden anderen Gruppen kann wahrscheinlich mit der verstärkten und abnormen Belastung erklärt werden (Hohmann).

Bei einer signifikanten Änderung von LMQ hätte man auch entsprechende Unterschiede bei LCQ vermuten können. Da sich diese Unterschiede nicht zeigen, muss angenommen werden, dass Corpuslänge und Gesamtlänge sich jeweils im gleichen Verhältnis ändern.

Leicht erklärlich erscheint die Tatsache, dass der Tuber-Winkel keine typenspezifische Veränderung zeigt, da er weder als Muskel- bzw. Sehnenansatz dient, noch auf eine andere Weise belastet oder statisch beansprucht wird. Die besonders spitzwinklige Form (Haglund-Exostose) ist also an keinen besonderen Fusstyp gebunden, was im Gegensatz zur Meinung Aberles steht.

Obwohl der Processus medialis tuberis calcanei als Ursprung verschiedenen kurzen Fussmuskeln und der Plantaraponeurose dient, zeigt auch er keine Formabhängigkeit von den drei Fussgruppen. Offensichtlich stellt die vertikale Druckbelastung, bzw. die Resultante aus Zug der Achillessehne, der kurzen Plantarmuskeln und dem vertikal einwirkenden Druck für die Ausbildung seiner Form keinen so starken Faktor dar.

Die Beurteilung der Spongiosaarchitektur lag nur am Rande dieser Arbeit, da eine solche nur aus seitlichen Röntgen-Aufnahmen des Fusses sicher nicht statthaft ist. Diese dreidimensional verlaufenden Bälkchenzüge müssen durch andere Arbeitsmethoden erforscht und gedeutet werden. Wenn sich trotzdem ein signifikanter Unterschied der Struktur 2c ergibt, die bei Hohlfüssen stärker als bei Senkfüssen ausgeprägt ist, so darf das aus den oben erwähnten Gründen nicht als endgültige Aussage gewertet werden.

Die Untersuchungsergebnisse in Bezug auf den Calcaneus dürften hauptsächlich von theoretischem Interesse für die funktionell-anatomische Betrachtungsweise sein, da die Unterschiede der

einzelnen Masse für klinische Untersuchungen meist zu klein sind. Anders verhält es sich jedoch mit der röntgenologischen Beurteilung der Fussform, die mit annähernder Genauigkeit durch das Anlegen eines Winkelmessers an das Röntgen-Bild in Zweifelsfällen schnell vorgenommen werden kann. Als wichtigstes Kriterium erscheint die Calcaneus-Stellung. Sie sollte allerdings immer nur in Verbindung mit den anderen Massen ausgewertet werden.

Zusammenfassung

227 Füße, unterteilt in " Normal-, Hohl- und Senkfüße " wurden im seitlichen Röntgen-Bild daraufhin untersucht, ob eine Abhängigkeit der Calcaneus-Form von der Gesamtform des Fußes und seiner Funktion besteht. Die Begriffe " Normalfüße ", " Hohlfüße " und " Senkfüße " sollen in einem weiten funktionellen Sinn und nicht streng pathologisch-anatomisch aufgefasst werden. Die Einteilung wurde klinisch durch Inspektion, Palpation und Funktionsprüfung, ausserdem röntgenologisch in Seitenaufnahmen, belastet, nach folgenden Kriterien vorgenommen:

1. Dem Winkel zwischen Calcaneus-Achse und Metatarsal-I-Achse (a) = modifizierter Ristwinkel.
2. Dem Calcaneus-Neigungswinkel zur Auftritts-ebene (b).
3. Dem Winkel zwischen Talusachse und Metatarsal-I-Achse (c).
4. Dem scheinbaren Taluswinkel zur Auftritts-ebene (d).
5. Dem Cuboidal-Navikulare-Quotienten (CNQ),
6. und der Richtung der Metatarsal-I-Achse.

Als wichtigstes Merkmal erschien bei den Untersuchungen der Calcaneus-Neigungswinkel, obwohl auch er immer nur im Zusammenhang mit anderen Werten beurteilt werden sollte.

Zur Bestimmung der Calcaneus-Form kamen als Kriterien in Frage:

1. Der Längen-Maximalhöhen-Quotient (LMQ).
2. Der Längen-Corpus-Quotient (LCQ).
3. Der Komplementär-Winkel des Tuber-Gelenkwinkels (TGW).
4. Der Tuber-Winkel (TW).
5. Der Apophysen-Neigungswinkel zur Calcaneus-Achse (AW).
6. Die Entfernung des Processus posterior vom oberen Apophysenansatz in Prozenten der Entfernung des Processus posterior von der Unterfläche des Tuber calcanei (ATQ).
7. Die Form des Processus medialis tuberis calcanei.
8. Der Cuboidal-Gelenks-Winkel, das heisst, der Winkel zwischen der Cuboidal-Gelenkfläche und der Calcaneus-Achse (CGW).
9. Die Spongiosastruktur, soweit beurteilbar.

Die statistische Befundauswertung ergab einen prinzipiellen Unterschied zwischen Hohlfüssen und Senkfüssen und zum Teil sogar zwischen allen drei Gruppen, nämlich einen schlanken und etwas länglichen Calcaneus bei Senkfüssen, eine hohe, kurze und plumpe Form bei Hohlfüssen, während die Fersenbeingestalt bei Normalfüßen dazwischen lag.

Im einzelnen besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Extremgruppen und zum Teil auch zwischen allen drei Calcaneus-Formen,

1. im Längen-Maximalhöhen-Quotienten (LMQ),

welcher bei Hohlfüssen kleiner als bei Senkfüssen ist,

2. im modifizierten Tuber-Gelenk-Winkel = Komplementärwinkel (TGW), der bei Hohlfüssen kleinere Werte als bei Senkfüssen zeigt,
3. im Apophysen-Neigungswinkel (AW),
4. im Apophysen-Tuber-Quotienten (ATQ). Die beiden letzten Masse korrespondieren miteinander, da sie beide die Apophysenstellung ausdrücken. Sie sind bei Hohlfüssen kleiner als bei Senkfüssen
5. und im Cuboidal-Gelenks-Winkel (CGW), welcher bei Hohlfüssen deutlich grösser als bei Senkfüssen ist.

Der Längen-Corpus-Quotient, der Tuberwinkel, die Form des Processus medialis tuberis calcanei und die Fersenspornbildung liessen keinen signifikanten Unterschied erkennen, können also auch nicht als typisch für die verschiedenen Fuss- bzw. Calcaneus-Formen gelten. Die Spongiosaarchitektur kann in Fuss-Seitaufnahmen nicht zufriedenstellend beurteilt werden und erfordert noch weitere Untersuchungsmethoden.

Obwohl signifikante Unterschiede in den einzelnen Calcaneus-Massen bestehen, können sie nur schwer zu einer klinischen Diagnosestellung herangezogen werden. Für die funktionell-anatomische Forschung sind die Ergebnisse jedoch von Interesse, da sie für eine deutliche Formabhängigkeit des Calcaneus von dessen funktioneller Belastung sprechen.

Literaturverzeichnis

- Aberle, W.: Der hohe Calcaneus und seine operative Behandlung nach Spitzzy. Z. Orthop. 66 S. 281-90
- Albert,: 1. Über die Architektur der Knochenspongiosa. Wien. klin. Wschr. 43, 1077 (1899)
- 2. Die Architektur des menschlichen Fersenbeines. Wien. Med. Presse 1, 9-17 (1900)
- Baisch,: Bau und Mechanik des normalen Fusses und des Plattfusses. Z. Orthop. 31, 219 ff (1913)
- Basler, A.: Über die Ausdehnung und Belastung der Sohlenstützpunkte beim Stehen. Z. Orthop. 48, 98 ff (1927)
- Bates, J.E.: Practical roentgeninterpretation of the foot. J. Amer. Podiat. Ass. 54, 328-30 (1964)
- Benninghoff, A.: Lehrbuch der Anatomie. 6. Aufl. München 1957
- Böhm, M.: 1. Das menschliche Bein. Stuttgart 1935
- 2. Der kindliche Fuss. Z. Orthop. Chir. 57, 84-104 (1932)
- 3. Der kongenitale Plattfuss. Zbl. Chir. 50, 2987-90 (1932)
- Braus, H.: Anatomie des Menschen. 3. Aufl. Bd.1, Springer, Berlin, 1954
- Brandt,: Die Torsion der unteren Extremität und ihre Bedeutung für die Deformitätenentstehung. Stuttgart 1928
- Bruno, G.: 1. Beobachtungen zur Morphologie des Calcaneus. Fortschr. Röntgenstr. 53, H 2, 140-2, (1936)
- 2. Veränderung der Fußsohlenform und Verhalten des Fußskelettes beim Gehen. Arch. Orthop. Unfall Chir. 35, 678-82, (1935)

- Campers, P.: Abhandlungen über die beste Form der Schuhe. Neu Hrsg. Thomsen, W., 2.Aufl. Leipzig 1949
- Caspari, H.: Über das Fersenbein. Berlin. Med. Diss. 1929
- Cramer, K.: Der Plattfuss. Stuttgart 1925
- Debrunner, H.: Zur Geschichte der Klumpfussbehandlung. Arch. Orthop. Unfall Chir. 36, 101-09, (1936)
- Dennemann, H.: Möglichkeiten zur röntgenologischen Diagnostik von Fussformen und Fussdeformitäten. Verh. dtsch. orthop. Ges. 94, 291-98 (1961)
- Duchenne, : Physiologie der Bewegungen. Cassel-Berlin 1885
- Ducroquet, R.J.et P.: La Marche et les Boiteries. Paris 1965
- Dwyer, F.G.: The relationship of variations in the size and inclination of the calcaneum to the shape and function of the whole foot. Ann. Roy. Coll. Surg. Engl. 34, 120-37 (1964)
- Ehalt, W.: Die Verwertung des Tubergelenkwinkels in der Beurteilung von Verletzungen und Erkrankungen des Fersenbeins. Mschr. Unfallheilk. 40, 25-29 (1933)
- Engels, W.: Über den normalen Fuss und den Plattfuss. Z. Orthop. 12, 461-503 (1904)
- Erlacher, : Zur Begriffsbestimmung des angeborenen Hackenfusses und des angeborenen Plattfusses. Z. Orthop. 1943
- Exner, G.: 1. Kleine Orthopädie. 6. Aufl., Stuttgart 1965
- 2. Die Fußschwäche. Münch. Med. Wschr. 96, 1123-26 (1954)
- Fick, R.: Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. Bd. 1, Jena 1904
- Fürmeier, A.: Über Fußschmerzen und ihre Behandlung. Med. Klin. 46, 1224-27 (1951)

- Gantenberg, R. und Koch, W.: Röntgenuntersuchungen des Fußskeletts von Sportsleuten. Röntgenpraxis 4, 937-47 (1932)
- Gaugele, K.: Der Hohlfuss und verwandte Verbildungen. Versuch einer Klassifikation dieser Verbildungen. Zbl. Chir. 33, 1788-90 (1924)
- Gebhard, W.: Über die funktionelle Knochengestalt. Verh. dtsh. orthop. Ges. 9, 121-221 (1910)
- Geigy,: Wissenschaftliche Tabellen (Documenta Geigy) 6. Aufl., Hrsg. J.R.Geigy AG., Basel 1962
- Gerassimova und Kottscheff,: Beitrag zur Frage des normalen Kinderfusses aufgrund der Untersuchungen von 1000 Kindern. Arch. Orthop. Unfall-Chir. 26, 767-70 (1928)
- Goerttler, K.: Das Form- und Funktionsproblem in der Orthopädie. Verh. dtsh. orthop. Ges.45, 21-33 (1957)
- Güntz, E.: Das Röntgenbild des Fusses. Z. Orthop. 69, 445 ff (1939)
- Giuliani, K.: Lähmungen. Handbuch der Orthopädie in 4 Bänden, Hrsg. Hohmann, Hackenbroch, Lindemann, Bd. 4, Teil 2, Stuttgart 1961
- Hackenbroch, M.: Der Plattfuss. Handb. der Orthop. Bd. 4/2, Hrsg. G.Hohmann, M.Hackenbroch, K. Lindemann, Stuttgart 1961
- Haglund, P.:!Beitrag zur Klinik der Achillessehne. Z. Orthop. Chir. 49 (1928)
- . 2. Radiographische Studien über die funktionelle Struktur der Spongiosa des Calcaneus. Upsala Läk. Fören. Förh., Bd. 9, Heft 1-3
- Hanausek,: Beitrag zum statischen Problem des Skeletts der unteren Extremität. Z. Orthop. 34, 607 ff (1914)
- Hasselwander, L.: Der Einfluss der Belastung auf die Gestalt des menschlichen Fusses; eine anatomische Studie am Lebenden mittels des Röntgenraumbilder. Z. Anatom. Entwickl.Gesch. 110, 154-72 (1939)

- Hofmann, M.: Zur Anatomie und Mechanik des Platt- und Hackenfusses. Dtsch. Z. Chir. 68, 347-62 (1903)
- Hohmann, G.: 1. Pes planovalgus congenitus. Handb. d. Orthop. Bd. 4, Teil 2, Hrsg. Hohmann, Hackenbroch, Lindemann, Stuttgart 1961
- 2. Fuss und Bein. 5. Aufl. München 1951
- Irie, G.: Zum Studium über die Formen des Calcaneus und des Olecranon. J. orient. Med. 23, 25 (1935)
- Keiser-Nielsen, H.: Observation on the normal anatomy and the normal function of the foot. Bibl. Laeg. 155, 131-54 (1963)
- Kneese, K.H.: Knochenstruktur als Verbundbau. Stuttgart 1958
- Köhler, A.: Zimmer, E.A.: Grenzen des normalen und Anfänge des pathologischen im Röntgenbild des Skeletts. 10. Aufl. Stuttgart 1956
- Kuwana Tetsushiro,: Studien über die Entwicklung der Knochenbalken des Kalkaneus. Jissen.Iri. Tokyo 4, 365-75 (1934)
- Lauenstein, C.: Beitrag zur Frage der Umgestaltung der Architektur des Fersenbeins. Mschr. Unfallheilk. 17, Heft 10-11, 504-9 (1910)
- Lewin, P.: The Foot and the Ankle. Philadelphia 1959
- Lorenz, A.: Die Lehre vom erworbenen Plattfuss. Stuttgart 1883
- Lusted, L.B. and Keats, T.E.: Atlas of Roentgenographic Measurement. Year Book Publishers. Chicago 1959
- Maaß, H.: Die gestaltenden und umgestaltenden Kräfte in der Skelettentwicklung. Z. Orthop. Chir. 48, 45 (1927)
- Matheis, H.: Versuch einer praktischen Systematik der Fussverbildungen. Z. Orthop. Chir. 47, 161 (1926)
- 2. Neue Gesichtspunkte zur Fussmechanik. Verh. dtsch. orthop. Ges. 22, 278 (1927)

- Matthiass, H.H. und Berndt, S.: Fussbefunde bei Beinamputierten. Arch. Orthop. Unfall-Chir. 58, 341-66
- Mau, H.: Degenerative Erkrankungen des Fusses. Handb. d. Orthop., Hrsg. Hohmann, Hackenbroch, Lindemann, Bad. 4/II, Stuttgart 1961
- Meyer, G.H.v.: 1. Ursache und Mechanismus der Entstehung des erworbenen Plattfusses. Jena 1883
- 2. Statik und Mechanik des menschlichen Fusses. Jena 1886
- 3. Der Klumpfuss und seine Folgen für das übrige Knochengerüst. Jena 1888
- Mouchet, A.: Typs calcanéens. Bull. Soc. Anat. Paris 93, 409-12 (1923)
- Morton, D.J.: The human foot. Columbia University Press, Fourth print. 1948
- Morton, T.G.: A peculiar affection of the fourth metatarso-phalangeal articulation. Amer. J. med. Sci. 1876
- Niederecker, K.: Pathologische Veränderungen des Fußskeletts bei Plattfüßen an Hand eines grösseren Operationsmaterials. Z. Orthop. 80, 97-128 (1951)
- Pauwels, F.: 1. Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates. 1. Aufl., Berlin 1965
- 2. Funktionelle Anpassung des Knochens durch Längenwachstum. Verh. dtsh. orthop. Ges. 45, 34-56 (1957)
- Pitzen, P.: Zur Entwicklung des Längsgewölbes beim normalen Fuss nach der Geburt. Z. Orthop. 84, 44-50 (1954)
- Reiner, H.: Beiträge zur Architektur des Calcaneus. Z. Orthop. Chir. 31, 155 (1913)
- Rey, J.: Die Abhängigkeit der Fussform von der Traglinie. Z. Orthop. 43, 49 ff (1924)

- Ritchie, G.W.: A radiographic analysis of major foot deformities. Canad. Med. Ass. J. 91, 840-44 (1964)
- Roux, W.: 1. Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen. Bd. 1 und 2, Leipzig 1895
- 2. Entwicklungsmechanik der Organismen, Vorträge und Aufsätze. Leipzig 1895
- 3. Terminologie der Entwicklungsmechanik der Tiere und Pflanzen. Leipzig 1912
- Rütt, A.: 1. Studie über die Füße von Tänzerinnen und Tänzern. Z. Orthop. 82, 370-75 (1952)
- 2. Ergebnisse einer Fussreihenuntersuchung. z. Orthop. 83, 393-98 (1953)
- 3. Der Hohlfuss. Handb. d. Orthop. Hrsg. Hohmann, Hackenbroch, Lindemann, Bd 4/II, Stuttgart 1961
- Sacher, W.: Die Form des Fersenbeins und ihre Beziehung zu den Fusstypen. Arch. Orthop. Unfall-Chir. 44, 226-34 (1949)
- Schede, F.: Eine Methode zur Messung der Fußsenkung. Z. Orthop. 46, 68-69 (1924)
- Scheidt,: Der Fusschmerz, seine Deutung und Behandlung in der Praxis. Med. Klin. 48, 129-34 (1953)
- Scherb,: 1. Bemerkungen zur Ätiologie des Klauenhohlfusses. Z. Orthop. Chir. 44
- 2. Zur Therapie des Klauenhohlfusses. Z. Orthop. Chir. 47, 353-63
- Seitz, L.: Die vorderen Stützpunkte des Fusses unter normalen und pathologischen Verhältnissen. Z. Orthop. Chir. 8, 37-78 (1901)
- Solger,: Präparate über Knochenarchitektur. Münch. med. Wschr. 7, 275 (1901)
- Spitzzy, H.: Bau und Entwicklung des kindlichen Fusses. Jb. Kinderheilk. 57, 731-62 (1903)

- Staudinger, G.: Eine neue Mess- bzw. Untersuchungsmethode des Fusses. Verh. dtsh. orthop. Ges. 28, 219-25 (1933)
- Stracker, O.A.: 1. Der Fuss im Wandel der Zeit und seine Schönheit. Med. Klin. 57, 1624-29 (1962)
- 2. Die Pathogenese des kindlichen Knickfußes. Z. Orthop. 83, 353-65 (1953)
- Straßer, H.: Lehrbuch der Muskel- und Gelenkmechanik. Berlin 1908
- Templeton, A.W.: Standardization of terminology and evolution of osseous relationship and congenitally abnormal feet. Amer. J. Röntgen. 93, 374-81, (1965)
- Thomsen, W.: 1. Vorrichtung für die Aufnahme des Fußskeletts unter Belastung zur Messung der Weichteile. Röntgenpraxis 8, 241 (1936)
- 2. Über die Fusslänge, die Messung ihrer Veränderung. Z. Orthop. 66, 232-41 (1937)
- 3. Die Form und Funktion in der Problematik des Fusses. Verh. dtsh. orthop. Ges. 45, 77-83 (1957)
- 4. Der Begriff der Norm in seiner Bedeutung für die Fussform. Manuskript
- Timmer,: Zusammenhang des Pes valgus und des Pes calcaneus beim Neugeborenen. Verh. dtsh. orthop. Ges. 1923
- Untereiner, J.: Der Normalfuss ist ein Knickfuss. Verh. dtsh. orthop. Ges. 49, 388-91 (1962)
- Volmer, W.: Über die Wölbung des Fusses im belasteten und unbelasteten Zustand. Z. Orthop. 41, 225-27 (1921)
- Weidenreich,: Der Menschenfuss. (Nach Matheis, H.Z.: Versuch einer praktischen Systematik der Fussverbildungen).
- Weinert, A.: 1. Die anatomische und funktionelle Belastung des menschlichen Fusses. Zbl.Chir. 1929, 965-71

- 2. Der menschliche Fuss als Urbild gestaltender Funktion. Dtsch. med. Wschr. 1929, 1466-68
- Wetzenstein, H.: Eine Untersuchung der Fersenbelastung beim Gehen. Acta. orthop. Scand. Suppl. Nr. 75
- Wisbrun, W.: 1. Das elastische Stützsystem des menschlichen Fusses. Arch. Orthop. Unfall-Chir. 34, 461-82 (1933)
- 2. Der Senkungs- und Aufrichtungsmechanismus des Skeletts beim statischen Senkfuss. Z. Orthop. 64, 64 ff (1936)
- 3. Zur Behandlung des Klumpfusses unter besonderer Berücksichtigung der Korrekturstellung. Verh. dtsch. orthop. Ges. 42, 183-86 (1954)
- 4. Die Fehlstellung der Ferse beim angeborenen Klumpfuss. Z. Orthop. 84, 451-58 (1954)
- 5. Zur Einlagenbehandlung des erworbenen Plattfusses. Detorsion oder Verstrebung ? Z. Orthop. 82, 590-99 (1952)
- Wolf, J.: Der verkrüppelte Fuss der Chinesin. Z. Orthop. 91, 602-19 (1959)
- Wolff, J.: Die Lehre von der funktionellen Knochengestalt. Virchows Arch. path. Anat. 155, 256 ff (1899)

Herrn Prof. Dr. med. Exner danke ich für die
Überlassung des interessanten Themas sowie für
seine wertvolle Unterstützung und wertvolle
Hilfe.

Lebenslauf

Als Ältester von vier Kindern des Arztheepaares Dr. med. Heinz und Dr. med. Mari-
anne Sollmann, geb. Seidel wurde ich am
24.11.1938 in Breslau geboren. Nach der Flucht
besuchte ich in Elsterberg/Vogtl. sechs und in
Gotha/Thür. zwei Jahre lang die Grundschule.
1952 zogen wir nach Haina/Kloster in die Bun-
desrepublik zu unserem aus russischer Kriegs-
gefangenschaft heimgekehrten Vater. Von dort
aus besuchte ich das neusprachliche Gymnasium
in Frankenberg/Eder bis zum Abitur im Jahre
1959.

Mein Medizinstudium absolvierte ich ab 1959
mit drei Semestern in Marburg, drei Semestern
in Berlin, einem Semester in Innsbruck und wie-
der vier Semestern in Marburg, wo ich das Studium
mit dem Medizinischen Staatsexamen im März 1965
abschloss.

Als Medizinalassistent war ich seitdem in
Riehen/Schweiz, Marburg/Lahn und Salzgitter-
Bad tätig.

Verheiratet bin ich seit 1966. Meine Disser-
tation erhielt ich von Prof. Dr. med. G. Exner
an der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der
Universität Marburg/Lahn.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren
Professoren und Dozenten :

In Marburg:

Ammon, Berendes, Braun-Falco, Bücher,
Dimroth, Dittrich, Dölle, du Mesnil de Rochemont,
Exner, Gedigk, Hartmann, Hensel, Heuser, Hornung,
Huber, Kessler, Linneweh, Mann, Mahr, Mattes,
Maurath, Neubauer, Niessing, Oehme, Oksche,
Overbeck, Petry, Sahlfeld, Sauer, Schadewald,
Schleyer, Schmid, Schölmerich, Schwaiger, Seidel,
Siegert, Siess, Straub, Streicher, Walcher,
Wendt, Würterle.

In Berlin:

Bücherl, Clemens, Fischer, Handl, Höring,
Maßhoff, Pezold, Pfeffer, Schmidt, Schütte,
Schwarz, von Herrath.

In Innsbruck:

Asperger, Ganner, Hittmair, Huber, Lang,
Niederwieser, Scharfeter, Schinzel, Tapfer.

